



TITLE:

## 15. 2次元磁性体の磁気臨界比熱(臨 界現象,研究会報告)

AUTHOR(S):

池田, 宏信

---

CITATION:

池田, 宏信. 15. 2次元磁性体の磁気臨界比熱(臨界現象,研究会報告). 物性研究 1977, 27(5): E41-E43

ISSUE DATE:

1977-02-20

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/89279>

RIGHT:

を起しているに相異なる。上の事実と考え合わせてみて、 $S_r T_i O_3$  の相転移で期待されている crossover がみつかったと考えるのが自然であろう。

## 2次元磁性体の磁気臨界比熱

お茶の水大・理 池 田 宏 信

磁性体における相転移点近傍にあらわれる諸種の物理量の異常を統一的に理解するための、理論および実験研究が近年発展してきた。

われわれは、次元、対称性、ポテンシャルレインジと臨界現象との相互関連を調べる目的で、数種の典型的2次元磁性体 ( $K_2 Co F_4$ ,  $Rb_2 Co F_4$ ,  $K_2 Ni F_4$ ,  $K_2 Mn F_4$ ) を用いて磁気臨界比熱の精密測定を行った。結果の詳細は既にいくつか発表してあるので御参照いただきたい。<sup>1)</sup> この研究の背景には、(1) 最近になって2次元磁性体として理想的な物質が開発されたこと。(2) 2次元磁性体では、対称性 (Ising, XY, Heisenberg) のちがいでによって相転移の様相が大きく異なること。(3) 2次元 Ising モデルの厳密解が存在すること。<sup>2)</sup> (4) 近年、AC 法による高感度比熱測定法が確立されたこと。などがあげられる。第1表に、測定に用いた物質の主な特性をいくつかあげている。

$K_2 Co F_4$ ,  $Rb_2 Co F_4$  はイジング型異方性の大きな2次元反強磁性体の典型としてとりあげた。ハミルトニアンを

$$\mathcal{H} = - \sum_{i,j} \{ J_{\parallel} S_i^z S_j^z + J_{\perp} (S_i^x S_j^x + S_i^y S_j^y) \}$$

と書いたとき、 $J_{\perp}/J_{\parallel} \sim 0.3$  程度の異方的交換相互作用をもつ。詳細な解析の結果、磁気臨界比熱は Onsager によって解かれた対称的 log 発散を示す最初の例であることが確認された。 $J_{\perp} \sim 0.3 J_{\parallel}$  程度の xy 型交換相互作用があるにも拘らず、臨界比熱が2次元 Ising モデルの厳密解に一致することは、鈴木・田中による厳密解からの展開法による計算<sup>3)</sup> とも一致しており、「普遍性」を実験的に支持するものである。第1図

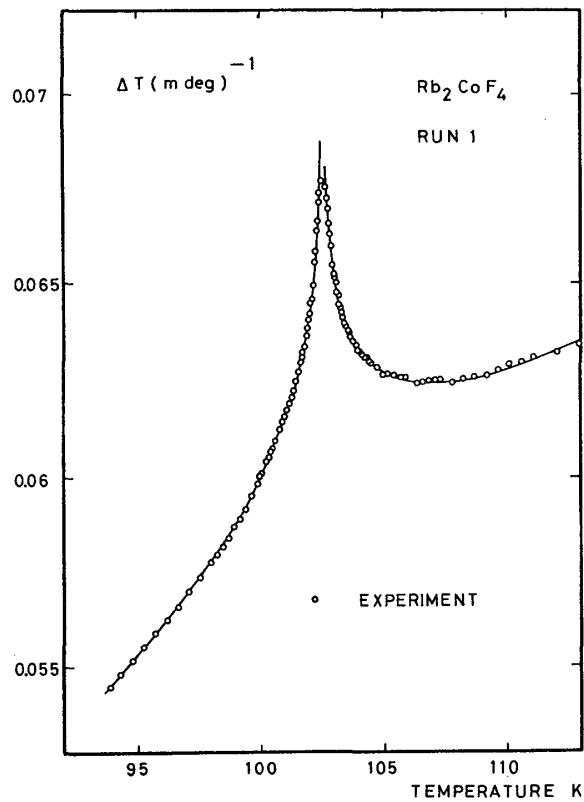
池田宏信

図に， $\text{Rb}_2\text{CoF}_4$  の実測例（○印）と計算値（実線，対称的 log 発散）を示した。

第 1 表

2-D ANTIFERROMAGNETS

MATERIALS	LATTICE CONSTANTS (Å)		$T_N$ (K)	SPIN EASY AXIS	$J'/J$	$g\mu_B^2 H_A/H_E$
	$a_0$	$c_0$				
$\text{K}_2\text{MnF}_4$	4.22	13.38	42.3	C	$\lesssim 10^{-4}$	$2 \times 10^{-2}$
$\text{K}_2\text{NiF}_4$	4.006	13.026	97.1	C	$\lesssim 10^{-4}$	$5 \times 10^{-3}$
$\text{K}_2\text{CoF}_4$	4.07	13.08	107.85	C	$\lesssim 10^{-4}$	0(1)
$\text{Rb}_2\text{CoF}_4$	4.13	13.67	102.49	C	$\lesssim 10^{-4}$	0(1)



第 1 図

一方、ハイゼンベルグ性の強い一軸性異方性をもつ  $K_2NiF_4$ ,  $K_2MnF_4$  の臨界現象にはいくつかの問題点があった。それは、臨界点近傍の異常比熱が非異常部分に比して、わずか1%程度の大きさでしかないため、くわしい解析ができなかったこと。第1表にあげた特性からわかるように、2次元 Ising 性のあらわれる臨界領域と、3次元性のあらわれる臨界領域への cross over 効果を考慮しなければ実験結果の整理ができないという可能性を含んでいること。また、数年前行なわれた BNL グループ<sup>4)</sup> とわれわれのグループ<sup>5)</sup> での中性子準弾性散乱の実験結果 ( $\gamma, \nu, \eta$  の値) が既存のモデルで説明できないこと。(これに関しては、最近 BNL で再測定がなされ、新しい知見が得られている<sup>6)</sup>) これらの諸点を解決するため、再び  $K_2NiF_4$ ,  $K_2MnF_4$  を用いて磁気比熱の臨界異常を高精度で測定し、 $\alpha, \alpha'$  を求めるための解析を現在進行させている<sup>7)</sup>。今のところ、 $10^{-4} < |\epsilon| < 10^{-1}$  の温度範囲で対称的 log 発散を示す可能性が十分にあるが、追って明らかにできると考えている。

#### 参 考 文 献

- 1) H. Ikeda, I. Hatta, A. Ikushima and K. Hirakawa : J. Phys. Soc. Japan **39**, 827 (1975).  
H. Ikeda, I. Hatta, and M. Tanaka : J. Phys. Soc. Japan **40**, 334 (1976).  
M. B. Salamon and H. Ikeda : Phys. Rev. **B7**, 2017 (1973).  
M. B. Salamon and I. Hatta : Phys. Letters **36A**, 85 (1971).
- 2) L. Onsager : Phys. Rev. **156**, 117 (1944).
- 3) M. Suzuki and F. Tanaka : Prog. theor. Phys. **50**, 1085 (1973).
- 4) R. J. Birgeneau, H. J. Guggenheim and G. Shirane : Phys. Rev. Letters **22**, 720 (1969).  
R. J. Birgeneau, H. J. Guggenheim and G. Shirane : Phys. Rev. **B1**, 2211 (1970).
- 5) H. Ikeda and K. Hirakawa : J. Phys. Soc. Japan **35**, 617 (1973).
- 6) G. Shirane and R. J. Birgeneau : 国際磁気学会議講演 (ICM 76), 1976年9月.
- 7) I. Hatta and H. Ikeda : 発表予定